[redacted]

[illegible]

CONSERVATION

Pamphlet Collection
Duke University Library

THE
WILLIAM R. PERKINS
LIBRARY
OF
DUKE UNIVERSITY

Rare Books

# MÉMOIRE

## Sur les lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles, les Couleurs produites par la réfraction de la Lumière, ainsi que celles transmises ou réfléchies par les corps *dits* naturellement colorés ;

Par Ch. BOURGEOIS.

Lu à la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut impérial de France, le 22 juin 1812. (MM. Haüy et Arago, nommés Commissaires-Rapporteurs).

A PARIS,

Chez l'Auteur, rue Helvétius, n°. 53 ;

Et chez { Mme. Ve. Courcier, Libraire, quai des Augustins, n°. 57 ;
Treuttel et Wurtz, Libraires, rue de Lille. n°. 17 ;
Testu et Ce. rue Hautefeuille, n°. 13.

TESTU, IMPRIMEUR DE L'EMPEREUR.

# AVERTISSEMENT.

Les phénomènes de la Colorisation n'ont, comme ceux de l'Optique, qu'un très-petit nombre de lois qui suffisent aux diverses modifications qu'ils présentent. Si dans l'Optique l'on considère seulement la situation relative des rayons de la lumière, leur détermination est facile ; mais si l'on veut de plus en connaître les propriétés, il devient alors indispensable d'examiner les causes auxquelles appartiennent les modifications que subit la lumière, lorsqu'elles sont le résultat de la combinaison des couleurs entre elles. Pour arriver à ce but, il fallait trouver un moyen certain de reconnaître le caractère et le nombre des élémens de ces combinaisons, ainsi que les lois auxquelles elles sont assujéties ; et c'est, comme on le voit par le titre de ce Mémoire, l'objet que je me suis proposé.

Les phénomènes de la Colorisation

se divisent naturellement en trois ordres distincts, savoir : celui des couleurs que manifeste la lumière, après avoir été réfractée ; celui des couleurs que transmet la lumière, après avoir traversé des corps diaphanes colorés ; et celui des couleurs que réfléchissent les corps, après avoir fait subir, comme les précédens, à la lumière, les modifications particulières d'où elles naissent.

On a joint à ce Mémoire, d'ailleurs conforme au manuscrit présenté à la classe, quelques nouvelles notes, qu'on trouvera aux pages 46, 48, 59, 61 et 64 ; et une planche contenant les figures nécessaires à l'intelligence des phénomènes qui s'y trouvent décrits.

# MÉMOIRE

SUR les lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles, les couleurs produites par la réfraction de la lumière, ainsi que celles transmises ou réfléchies par les corps *dits* naturellement colorés.

MESSIEURS,

J'AI l'honneur de soumettre à votre jugement quelques-unes des expériences que j'ai faites pour résoudre les questions suivantes :

*A.* Les couleurs sont-elles assujéties dans leurs combinaisons entre elles à des lois constantes ?

*B.* Ces lois sont-elles communes aux couleurs par réfraction, par transmission et par réflexion ?

*C.* Ne peut-on, par un moyen quelconque, décomposer les couleurs du spectre solaire, ainsi que les couleurs transmises

ou réfléchies, et en séparer la lumière blanche qui leur servait comme d'excipient?

*D.* Ces moyens de décomposition peuvent-ils être appliqués aux divers ordres de phénomènes colorifiques?

*E.* Entre les couleurs, n'y en a-t-il pas un certain nombre qui sert à la formation de toutes les autres, et dont on puisse reconnaître, à des signes certains, le caractère élémentaire?

*F.* Les signes auxquels on peut reconnaître les couleurs élémentaires sont-ils communs à tous les ordres de phénomènes de la colorisation?

*G.* Les couleurs sont-elles lumineuses par elles-mêmes; et peuvent-elles être considérées comme les élémens constitutifs de la lumière blanche?

Ces questions qui intéressent si particulièrement les arts qui ont pour moyens les couleurs, ne sauraient être indifférentes au corps savant auquel j'ai l'honneur de présenter les expériences qui m'ont paru les plus propres à les résoudre.

N'ayant, dans ce mémoire, d'autre but que de faire connaître les lois que suivent les couleurs dans leurs combinaisons entre

elles, ainsi que l'identité de ces lois avec les divers ordres de phénomènes de la colorisation, je ne ferai qu'indiquer sommairement ici, sous le titre de *Considérations préliminaires*, quelques-uns des phénomènes qui précèdent ou accompagnent la production des couleurs, attendu que plusieurs d'entre eux sont déjà reconnus, et qu'il est facile de vérifier les autres.

*Considérations préliminaires.*

I^ere^. La lumière se propage sous la forme de cônes.

II^e^. Quelle que soit la configuration de l'ouverture par laquelle on introduit la lumière dans une chambre obscure, les images que présente la lumière tendent toujours à la forme circulaire; et ces images paraissent exactement rondes, lorsqu'elles sont reçues à des distances égales à vingt fois le plus grand diamètre de l'ouverture.

III^e^. Indépendamment de l'affaiblissement de la lumière suivant le carré de la distance à laquelle elle est reçue, l'intensité des images des faisceaux radieux varie en raison composée des distances auxquelles on les reçoit, et de la grandeur des ouvertures par

lesquelles on introduit la lumière dans la chambre obscure.

IV^e. Ces différences d'intensité font partie des causes qui produisent les variations que présentent les espaces occupés par les couleurs du spectre solaire.

V^e. La déviation que la lumière introduite dans une chambre obscure subit par l'action répulsive des arêtes du diaphragme (action qui n'est qu'un des cas particuliers des lois de la réflexion), produit une pénombre de couleur fauve.

VI^e. La grandeur de ces images n'est point proportionnelle avec celle des ouvertures par lesquelles on introduit les faisceaux radieux ; et la grandeur de ces ouvertures, à son tour, ne l'est point avec la dispersion que subit la lumière dans des spectres solaires produits par le même milieu et reçus à la même distance que les images de ces faisceaux radieux, ainsi qu'on le voit dans la table suivante (1).

(1) On ne peut guère mesurer avec exactitude le diamètre des images de faisceaux radieux introduits dans la chambre obscure par des ouvertures plus petites que millim. 0,25.

## TABLE Ire. (1).

| DIAMÈTRE des ouvertures | DIAMÈTRE des images. | LONG. des spectres | DIAMÈTRE des ouvertures. | DIAMÈTRE des images. | LONG. des spectres |
|---|---|---|---|---|---|
| Millim. | Millim. | | Millim. | Millim. | |
| 0,25 | 21,46 | 90 | 1,75 | 21,11 | 143 |
| 0,50 | 21,39 | 110 | 2,00 | 21,05 | 146 |
| 0,75 | 21,33 | 124 | 3,00 | 21,00 | 150 |
| 1,00 | 21,28 | 135 | 4,00 | 21,06 | 150 |
| 1,25 | 21,22 | 137 | 6,00 | 22,08 | 155 |
| 1,50 | 21,16 | 140 | 8,00 | 23,80 | 150 |

VIIe. Les espaces occupés par les couleurs de plusieurs spectres solaires produits par des faisceaux radieux de diverses grosseurs, ou reçus à différentes distances du diaphragme, ne sont point proportionnels entre eux.

VIIIe. La lumière blanche a une énergie particulière et distincte de celle qui est propre aux couleurs ; d'où il arrive que, dans leur action mutuelle, elles peuvent

(1) Les faisceaux radieux ont été introduits dans la chambre obscure par des miroirs noircis à la surface inférieure seulement, et par des ouvertures rondes ; puis ils ont été réfractés par un prisme équilatéral de flint-glass. Les images blanches et les spectres solaires ont été reçus à 2,274 millimètres du prisme.

être alternativement masquées l'une par l'autre, suivant l'intensité de cette énergie.

## §. I.

### *Des lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles les couleurs transmises.*

Les trois couleurs, *jaune*, *rouge* et *bleue*, *transmises*, combinées dans des proportions convenables, perdent leurs propriétés colorifiques; et le rayon émergent devenu incolore, donne, par la réfraction, les mêmes couleurs qu'un faisceau de lumière directe.

### Expérience Iere.

J'introduisis dans une chambre obscure, par une ouverture ronde de quatre millimètres, un faisceau radieux, *b*, *fig.* II; ensuite je disposai un appareil formé de trois petites chambres $c\,c'\,c''$ séparées par des cloisons de glaces établies chacune dans des châssis à rainures, et propres à serrer entre les bords de la glace et les feuillures intérieures des châssis une épaisseur de taffetas gommé destiné à servir de clôture à ces chambres; et au moyen de tourillons situés à chacun des côtés des châssis, et d'une longue feuillure pratiquée dans des règles

parallèles et fixes, ces cloisons pouvaient se mouvoir en avant ou en arrière, et former au besoin des angles de différentes ouvertures; enfin, au-dessous de ces chambres, se trouvaient des tubes de verre *d d d* faisant fonction de robinets.

Les choses ainsi disposées, j'introduisis dans chacune de ces chambres des liqueurs colorées, savoir: dans la première *c*, du côté du diaphragme, une teinture légère et fraîche de safran; dans la seconde *c'*, une dissolution de carmin; et dans la troisième *c''*, une dissolution de cuivre dans l'eau de chaux. Les cloisons étant entre elles à trente millimètres de distance et bien parallèles, je projetai le faisceau radieux sur la face antérieure de cet appareil, de manière à pouvoir traverser les trois chambres à angle droit, et je reçus ce faisceau émergent sur un carton blanc *e e*, placé à trois décimètres de la face extérieure de l'appareil.

Dans cette première opération, le faisceau émergent donnait le plus généralement à son image la teinte de quelques-unes des couleurs contenues dans les chambres. Ces teintes étant produites par quelque excé-

dant de couleurs, avaient besoin d'être rétablies au terme d'équilibre propre à l'objet de cette expérience. Alors, au moyen des robinets *ddd*, les intervalles entre les cloisons restant les mêmes, je diminuais, ou j'augmentais au besoin l'intensité des couleurs, en y ajoutant les quantités d'eau nécessaires, ou bien des couleurs plus intenses; et, continuant ainsi jusqu'à ce que le faisceau émergent fût parfaitement incolore, je fis les observations suivantes :

1°. Le faisceau radieux émergent était parfaitement décoloré, et son image présentait dans sa surface les variations d'intensité dont j'ai déjà parlé.

2°. L'intensité du rayon émergent se trouvait sensiblement diminué.

3°. Le faisceau émergent décoloré donnait, en le réfractant par un prisme équilatéral de flint-glass, un spectre solaire aussi complet de toutes ses couleurs, que celui qu'on obtient ordinairement d'un faisceau direct de lumière réfracté par le même prisme.

Voulant fixer un terme qui pût servir de point de comparaison pour d'autres expériences, j'ai fait celle qui suit :

## Expérience IIe.

Ayant introduit dans la chambre obscure, par deux ouvertures rondes de quatre millimètres, deux faisceaux radieux *a*, *fig. I*, et *b*, *fig. II*, je plaçai à l'orifice de l'une des deux ouvertures l'appareil de l'expérience précédente, et, pour recevoir l'image du faisceau radieux, un carton blanc *f*, à quatre décimètres de distance de la face extérieure de l'appareil; ensuite je plaçai un second carton *g*, peint avec du noir d'ivoire pur (1), aussi à quatre décimètres de la seconde ouverture; et je projetai, sur ce carton noirci, le second faisceau radieux, dont l'image devait me servir de terme de comparaison.

Après cette première disposition, je fis dans cette expérience, pour augmenter ou diminuer l'intensité des couleurs, ce que j'avais fait dans la précédente; et je continuai ainsi jusqu'à ce que l'image du faisceau émergent, reçu sur le carton blanc *f*,

(1) Le noir du carton était mat; j'avais rejeté ceux qui présentaient quelques parties luisantes.

fût d'une intensité égale à celle de l'image reçue sur le carton noir *g*.

Les choses étant dans cet état, l'intensité de la lumière émergente, à travers les couleurs des trois chambres, était affaiblie de la quantité de celle absorbée par le carton noir; et, quoique le spectre solaire qui en résultait fût complet de toutes ses couleurs, il ne présentait plus cependant qu'une image de cent millimètres de longueur, au lieu de cent cinquante qu'il offre ordinairement, lorsqu'il est le produit d'un faisceau direct de lumière réfracté immédiatement, et reçu à la même distance.

Si, dans ces expériences, je faisais varier proportionnellement les quantités de couleurs, soit en augmentant ou en diminuant leur intensité, soit, encore mieux, en éloignant ou en rapprochant les cloisons, l'intensité radieuse du rayon émergent diminuait ou augmentait en raison inverse de celle des couleurs ou des intervalles des cloisons; d'où il est facile de voir que la perte de la lumière, dans la production des couleurs qu'elle traversait, était en raison directe de leur intensité, et qu'à un certain terme

il n'y aurait plus de lumière émergente sensible.

Si je faisais varier les quantités de couleurs, de manière qu'il y en eût une en excès sur les deux autres, cet excédant était transmis tout entier; et, lorsque je réfractais le faisceau émergent, sa couleur particulière se combinait avec celle du spectre à laquelle elle pouvait servir de complément: dans ce cas les couleurs de celui-ci se trouvaient altérées ou affaiblies dans leur nuance, selon les quantités et les espèces combinées entre elles à l'état d'équilibre.

Il est important de remarquer ici que, dans les combinaisons ternaires, l'état d'équilibre où se trouvent les couleurs reste le même, quelles que soient d'ailleurs les quantités de celles en excès, puisque, sans ces excédans, ces combinaisons seraient nécessairement incolores. Ainsi, les couleurs, à leur terme parfait de saturation, ne manifestant plus que la somme de lumière blanche qu'elles contenaient avant leur combinaison entre elles, leur action se borne à rendre les excédans plus ou moins lumineux, selon la quantité de lumière qu'elle peut leur fournir elle-même.

Les trois couleurs étant à leur terme parfait de saturation, si je supprimais une de ces couleurs, en y substituant de l'eau, celles restantes reprenaient ostensiblement toutes leurs propriétés colorifiques, et formaient alors une couleur binaire qui, de son côté, était à son terme de saturation parfait; cette couleur était transmise tout entière.

Si je faisais varier les couleurs de ces composés, en sorte que deux d'entre elles fussent alternativement en excès sur la troisième, elles donnaient toujours des nuances de leur couleur particulière, lesquelles s'éloignaient d'autant plus de leur terme parfait de saturation, que les différences entre leurs quantités étaient plus grandes; et, dans ces divers cas, ces excédans étaient transmis tout entiers.

Si, au lieu d'une couleur, j'en supprimais deux, en leur substituant aussi de l'eau, la couleur restante était de même transmise tout entière.

A présent, si l'on suppose que chacune de ces trois couleurs était exempte de toute impression de couleur étrangère capable d'en altérer sensiblement la pureté, il sera facile

facile de voir qu'en supprimant une de ces couleurs, les deux restantes étaient à leur terme parfait de saturation, et par conséquent que celle restante, après en avoir retranché deux, était elle-même un des trois élémens des nombreuses combinaisons qu'ils pouvaient présenter (1).

Je viens de supposer que les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* de l'expérience précédente, étaient assez pures pour permettre de considérer comme binaires parfaits les divers composés qu'elles offraient, après en avoir soustrait une d'entre elles; mais, indépendamment du sentiment naturel qui suffit, assez souvent, pour nous faire distinguer les différences de pureté des

---

(1) On peut faire des expériences semblables avec des verres colorés; mais ce moyen présente des obstacles qui peuvent induire à de très-grandes erreurs par la difficulté d'atteindre à l'équilibre propre à donner un faisceau radieux émergent parfaitement décoloré : alors, prenant des excédans de couleur pour des résultats définitifs, on peut être exposé à les présenter comme des élémens nouveaux, quoiqu'ils ne soient que des cas particuliers des lois que présente l'expérience qu'on vient de voir.

couleurs, il y a un moyen régulier de reconnaître entre plusieurs couleurs de même espèce, et même d'intensité différente, celles qui approchent le plus près de l'état élémentaire.

Ce moyen consiste à égaliser d'abord, sous le rapport de l'intensité les couleurs qu'on soumet à l'expérience, et ensuite à les combiner successivement avec les mêmes complémens à l'état ternaire parfait. Alors, les différences entre les quantités de ces complémens absorbées par la couleur donnent les différences de son état de pureté élémentaire, relativement à une couleur de même espèce prise pour terme de comparaison; d'où l'on voit que la propriété saturante entre des couleurs de même espèce, mais d'intensité ou de pureté différente, et rétablies à la même intensité, fournit les moyens de reconnaître et de déterminer leur état de pureté élémentaire relatif.

Supposons, par exemple, qu'au bleu employé dans l'expérience précédente, tout restant d'ailleurs dans le même état, j'en aie substitué un moins pur, établi cependant au même degré d'intensité, voici ce qui doit arriver, et ce qui arrive en effet: si la propriété

saturante de ce bleu ne peut absorber toute la quantité de jaune et de rouge contenue dans les deux autres chambres de l'appareil, ce bleu se combinera cependant avec les quantités de jaune et de rouge nécessaires à l'état d'équilibre; et le surplus de ces deux dernières couleurs deviendra ostensible, et sera transmis tout entier. Dès-lors, il n'y a plus de difficultés pour reconnaître de quelle quantité ce bleu se trouvait inférieur au premier, puisqu'il suffit seulement de considérer les différences entre les premiers et les seconds intervalles des cloisons.

Dans cette dernière expérience, l'image du faisceau émergent présentait une intensité radieuse, supérieure à celle reçue sur le carton noir; mais alors, en rétablissant cette égalité par les moyens que j'ai employés précédemment, et sans changer l'espèce de bleu, on trouve dans cette seconde expérience la preuve de celle à laquelle elle a donné lieu.

Déjà l'on peut entrevoir, par ce qui précède, les deux principales lois auxquelles sont assujéties les couleurs dans leurs combinaisons entre elles; et leur caractère particulier est trop bien prononcé pour

qu'il soit possible de les confondre entre elles.

*Première Loi.*

Les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*, combinées par deux seulement, et en toutes proportions, conservent tout entières leurs propriétés colorifiques.

*Deuxième Loi.*

Les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*, combinées ensemble à leur terme d'équilibre parfait, se décomposent réciproquement; et dans cette décomposition, elles perdent entièrement leurs propriétés colorifiques, et ne présentent plus que la somme de lumière non absorbée dans leur production (1).

---

(1) Dans toutes les combinaisons ternaires imparfaites sans exception, c'est-à-dire dans celles où il y a quelque excédant de couleur transmise ou réfléchie, la combinaison ternaire absolue formée des quantités de couleurs nécessaires à leur état d'équilibre parfait n'en subsiste pas moins dans toute son intégrité, quelles que soient l'espèce et la quantité de ces excédans.

## §. II.

*Des lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles les couleurs réfléchies par les corps* dits *naturellement colorés.*

Lorsque, pour former avec des substances colorées une combinaison quelconque, on mêle ensemble des substances d'inégale densité, il est souvent difficile, et même impossible, d'obtenir une combinaison parfaite, parce qu'en introduisant dans le mélange deux élémens différens, la *densité* de la substance et l'*intensité* de la couleur, ces élémens ne se trouvant pas toujours dans un rapport convenable à la combinaison qu'on veut obtenir, il arrive alors que les couleurs les plus *denses* masquant l'action des plus *transparentes*, l'on ne peut faire coïncider dans la combinaison les quantités proportionnelles de couleurs nécessaires pour obtenir les résultats que l'on doit avoir. En opérant avec des couleurs d'égale densité, cette difficulté n'a plus lieu, ou au moins elle est tellement atténuée, qu'on peut la considérer à-peu-près comme nulle dans le plus grand nombre de cas; et alors, il devient plus fa-

cile de recomposer par des mélanges artificiels des tons parfaitement semblables à ceux des couleurs binaires et ternaires naturelles.

Les corps blancs que l'on mêle avec les substances colorées ne changeant point le caractère de leur couleur, mais seulement leur intensité, ont pu être employés avec succès pour cette opération.

J'ai choisi, à cet effet, deux substances incolores, l'une opaque pour les couleurs les plus transparentes, et l'autre diaphane pour les plus denses. Ces substances, *le blanc de plomb* et *l'alumine*, étaient broyées à l'huile; et c'est avec elles que j'ai égalisé les degrés de densité des couleurs, en construisant d'abord une table des densités des couleurs naturelles, d'après laquelle j'ai fait ensuite celle des densités moyennes.

Le volume de chaque couleur de la première table était égal à vingt centimètres-cubes d'eau filtrée.

# TABLE II.

*Table des densités des couleurs naturelles broyées à l'huile.*

| COULEURS. | DENSITÉS naturelles. | QUANT. d'huile. | COULEURS. | DENSITÉS naturelles. | QUANT. d'huile. |
|---|---|---|---|---|---|
| Bitume. . . . | 21,20 | 11 80 | Ochre de rue. . | 34,60 | 10,60 |
| Laque carminée. . | 23,60 | 11,62 | Brun rouge ord. | 34,60 | 11,04 |
| Bleu de Prusse. . | 24,00 | 14,50 | Terre de Col. cal. | 34,60 | 11.63 |
| Terre de Colog. nat. | 24,00 | 9,00 | Ochre jaune. . | 34,90 | 10,20 |
| Alumine. . . . | 24,10 | 14,80 | Outremer. . . | 36,58 | 12.19 |
| Noir de pêche. . | 24,20 | 11,20 | Stil de grain jaune. | 36 70 | 8,50 |
| Terre de Cassel. . | 24,40 | 12,50 | Terre d'Italie nat. | 39,20 | 11,78 |
| Stil de grain brun d'Angleterre. . | 28,00 | 8,70 | *Idem* calcinée. . | 39,20 | 11.97 |
| Noir d'ivoire. . . | 28,30 | 13,9[illegible] | Jaune de Chrôme | 54,20 | 11,89 |
| Terre de Sienne nat. | 30,00 | 18,16 | Jaune de Naples | 57,80 | 9,45 |
| *Idem* calcinée. . . | 30,00 | 18,10 | Blanc de Cremnitz. . . . | 79,70 | 9.50 |
| Verdet. . . . . | 30,60 | 10,20 | Blanc de plomb. | 82,70 | 9,50 |
| Vert de Schéelles. | 30,90 | 14,45 | Mine orange. . | 83,83 | 9,28 |
| Bleu de cobalt. . | 31,10 | 12,89 | Cinabre. . . | 88.10 | 8,15 |
| Huile d'œillet. . . | 19,00 | | Huile siccative. . | 20,10 | |

# TABLE III.

*Table des densités des couleurs naturelles broyées à l'huile, rétablies à la densité moyenne de 39, 61 avec du blanc de plomb ou de l'alumine.*

| ESPÈCES. | SUBST. colorées. | SUBST. incolores. | ESPÈCES. | SUBST. colorées. | SUBST. incolores. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Blanc. | | | |
| Bitume. . . . | 0,701 | 0,299 | Ochre de rue. . | 0,896 | 0,104 |
| Laque carminée. . | 0,729 | 0,271 | Brun rouge ordin. | 0,896 | 0,104 |
| Bleu de Prusse. . | 0,734 | 0,266 | Terre de Col. cal. | 0.896 | 0,104 |
| Terre de Col. nat | 0,734 | 0,266 | Ochre jaune. . . | 0,902 | 0,098 |
| Alumine. . . . | 0,735 | 0,265 | Outremer. . . | 0,934 | 0,066 |
| Noir de pêche. . | 0,737 | 0,263 | Stil de grain jaune. | 0,937 | 0,063 |
| Terre de Cassel . | 0,739 | 0,261 | Terre d'Italie nat. | 0,991 | 0,009 |
| Stil de grain brun d'Angleterre. . | 0,788 | 0,212 | *Idem* calcinée. . | 0,991 | 0,009 Alumine. |
| Noir d'ivoire. . | 0,794 | 0,206 | Jaune de chrôme. | 0,490 | 0,510 |
| Terre de Sienne n. | 0,818 | 0,182 | Jaune de Naples. | 0,460 | 0,540 |
| *Idem* calcinée. . | 0,818 | 0,182 | Blanc de Cremnitz. | 0,279 | 0,721 |
| Verdet. . . . | 0,827 | 0,173 | Blanc de plomb. . | 0,265 | 0,735 |
| Vert de Schéelles. | 0,832 | 0,168 | Mine orange. . . | 0,260 | 0,740 |
| Bleu de Cobalt. . | 0,835 | 0,165 | Cinabre. . . . | 0,242 | 0,758 |

J'ai choisi pour les expériences suivantes comme pour celles des liqueurs colorées, le noir d'ivoire (1) pour terme de comparaison des composés ternaires artificiels, en égalisant aussi les degrés de densité du noir afin d'obtenir plus exactement la réduction des divers élémens de ces composés; et c'est avec les couleurs établies à la même densité que j'ai formé les combinaisons suivantes.

Les couleurs des substances colorées, combinées à l'état ternaire parfait, se décolorent réciproquement, et donnent toujours un noir d'une intensité proportionnelle avec celle des couleurs employées dans ces combinaisons.

Comme toutes les expériences suivantes sur les substances colorées sont exposées

---

(1) Les noirs les plus intenses connus réfléchissant encore une quantité de lumière plus que double de celle qu'ils absorbent, ils ne peuvent être considérés eux-mêmes que comme des gris, par rapport à l'obscurité parfaite, ou à un noir absolu, s'il pouvait en exister: alors ils ne diffèrent de ceux qu'on nomme gris, que par les quantités de lumière qu'ils réfléchissent; et ils sont tous, quelle que soit leur intensité, formés des mêmes élémens colorifiques.

dans le même ordre, les développemens des premières pourront servir pour toutes les autres.

## TABLE IV.

*Combinaisons ternaires artificielles, ayant pour terme de comparaison le noir d'ivoire.*

| ESPÈCES. | QUANTITÉS de couleurs densif. | QUANTITÉS de blanc ajouté. | QUANTITÉS d'alumine ajoutée. | QUANTITÉS de couleurs natur. | NATURE des résultats. couleur produite. | NATURE des résultats. blanc latent. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IIIe. *Expér.* | | | | | | |
| Jaune de chrôme | 0,273— | | 0,139= | 0,134 | Noir. | 0,129 |
| Laque carminée. | 0,079— | 0,021 | | =0,058 | | |
| Bleu de cobalt. | 0,648— | 0,107 | | =0,541 | | |
| | 1,000— | 0,128— | 0,139= | 0,733 | | |
| IVe. *Exper.* | | | | | | |
| Mine orange. | 0,165— | | 0,122= | 0,043 | Noir. | 0,114 |
| Laque carminée. | 0,045— | 0,012 | | =0,033 | | |
| Verdet. | 0,790— | 0,136 | | =0,654 | | |
| | 1,000— | 0,148— | 0,122= | 0,730 | | |
| Ve. *Expér.* | | | | | | |
| Bitume. | 0,194— | 0,058 | | =0,136 | Noir. | 0,053 |
| Laque carminée. | 0,078— | 0,021 | | =0,057 | | |
| Bleu de cobalt. | 0,728— | 0,120 | | =0,608 | | |
| | 1,000— | 0,199 | | =0,801 | | |
| VIe. *Expér.* | | | | | | |
| Bitume. | 0,292— | 0,087 | | =0,205 | Noir. | 0,000 |
| Laque carminée. | 0,197— | 0,053 | | =0,144 | | |
| Bleu de Prusse. | 0,511— | 0,137 | | =0,374 | | |
| | 1,000— | 0,277 | | =0,723 | | |

# TABLE V.

*Combinaison ternaire naturelle servant de terme de comparaison aux combinaisons ternaires artificielles.*

| ESPÈCES. | QUANTITÉS de couleur ou de blanc densif. | QUANTITÉS de blanc ajouté. | QUANTITÉS d'alum. ajoutée. | QUANTITÉS de couleurs naturelles. | NATURE des resultats. couleur. | NATURE des resultats. blanc latent. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IIIe. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Noir d'ivoire. . . | 0,124 | —0,025 | . . . . | =0,099 | Noir. | 0,000 |
| Blanc et alum. . | 0,876 | —0,231 | —0,645 | =0,000 | | |
| | 1,000 | —0,256 | —0,645 | =0,099 | | |
| IVe. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Noir d'ivoire. . . | 0,067 | —0,014 | —. . . . | =0,053 | Noir. | 0,000 |
| Blanc et alum. . | 0,933 | —0,247 | —0,686 | =0,000 | | |
| | 1,000 | —0,261 | —0,686 | =00,53 | | |
| Ve. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Noir d'ivoire. . . | 0,242 | —0,050 | . . . . | =0,192 | Noir. | 0,000 |
| Blanc et alum. . | 0,758 | —0,201 | —0,557 | =0,000 | | |
| | 1,000 | —0,251 | —0,557 | =0,192 | | |
| VIe. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Noir d'ivoire. . . | 0,545 | —0,112 | . . . . | =0,433 | Noir. | 0,045 |
| Blanc et alum. . | 0,455 | —0,120 | —0,335 | =0,000 | | |
| | 1,000 | —0,232 | —0,335 | =0,433 | | |

Dans la première des quatre expériences précédentes, table IV, on voit que la combinaison ternaire se trouve formée de 0,273 de *jaune de chrôme*, de 0,079 de *laque carminée*, et de 0,648 de *bleu de cobalt*; mais ces couleurs étant densifiées, savoir : le *jaune de chrôme* avec 0,139 d'*alumine*, la *laque carminée* avec 0,021 de *blanc de plomb*, et le *bleu de cobalt* avec 0,107 aussi de *blanc de plomb*; il ne restait donc en couleurs naturelles que 0,134 de *jaune*, 0,058 de *laque*, et 0,541 de *bleu*; et, en somme, que 0,733 de couleurs naturelles.

D'un autre côté, l'expérience III^e. *bis*, table V, destinée à servir de terme de comparaison à la combinaison ternaire artificielle, présente 0,124 de *noir d'ivoire* densifié; desquels retranchant 0,025 de *blanc de plomb*, il reste 0,099 de *noir naturel*.

La combinaison ternaire artificielle, de la III^e. expérience, ne donnant point une intensité égale aux 0,124 de noir densifié de la III^e. expérience *bis*, j'ai fait descendre l'intensité de celle-ci à l'intensité du noir produit dans la III^e. expérience, par 0,876 de blanc densifié; et les deux noirs étant alors parfaitement semblables, j'ai considéré

les quantités et les espèces des substances qui étaient entrées dans ces deux composés (1).

La combinaison artificielle de la III^e. expérience présentant 0,128 de *blanc de plomb* employés à densifier le *rouge* et le *bleu*, et celle de la III^e. expérience *bis*, présentant 0,257 employés partie à densifier le *noir* et l'*alumine*, et partie à faire descendre le *noir* à l'intensité de la combinaison artificielle, j'ai déduit alors 0,128 de 0,257, et il est resté 0,129 de *blanc*, lequel représente l'excédant de lumière réfléchie par la combinaison ternaire de la III^e. expérience ; et c'est cet excédant qu'on trouve dans les tables, sous la désignation de *blanc latent*.

La combinaison de la IV^e. expér., formée de *mine-orange*, de *laque* et de *verdet*, offre un noir d'une intensité beaucoup plus faible encore que la précédente : car elle n'est égale qu'à 0,053 de *noir* naturel, uni avec 0,261 de *blanc*, et 0,686 d'alumine.

Cette expérience est celle d'où l'on avait

---

(1) Ayant constaté que l'alumine comparée au blanc de plomb ne réfléchissait que $\frac{1}{50}$ de blanc, je n'en ai tenu compte que lorsque sa quantité était à-peu-près égale à 0,5.

conclu assez légèrement que les couleurs dont se servent les peintres, mêlées suivant certaines proportions, reproduisaient la lumière blanche ; conséquence de laquelle il eût résulté que plus les couleurs des substances composantes auraient eu d'intensité, plus celle de la lumière reproduite en aurait eu elle-même, ce qui est tout-à-fait contraire à l'expérience.

Considérant dans le même sens les phénomènes que présentent les quatre expériences ci-dessus, il est visible que les couleurs réfléchies par les substances *dites* naturellement colorées, ont, comme les couleurs transmises, un terme de saturation ternaire où leurs propriétés colorifiques disparaissent entièrement, et ne réfléchissent plus que la quantité de lumière non absorbée dans leur production, et, en même temps, que cette absorption suit également dans les substances colorées l'intensité des couleurs mises en combinaison.

Ainsi, le résultat de la combinaison naturelle qu'on appelle noir, quand il absorbe beaucoup de lumière, n'est autre chose qu'un phénomène pareil à celui que présente la lumière émergente des liqueurs

colorées à leur terme de saturation ternaire, avec cette différence seulement que, dans l'un, la quantité de lumière non absorbée est réfléchie, et que, dans l'autre, elle est transmise.

Si, comme dans les expériences des liqueurs colorées, on fait varier les quantités, on a des phénomènes parfaitement identiques, c'est-à-dire, des combinaisons binaires et ternaires parfaites ou imparfaites, selon les quantités de couleurs élémentaires combinées entre elles.

Les couleurs des substances colorées peuvent toujours être combinées à l'état ternaire imparfait, et dans des nuances tout-à-fait semblables à celles des couleurs ternaires imparfaites naturelles, comme on le voit par les expériences de la table VI^e.

# TABLE VI.

*Combinaisons ternaires imparfaites artificielles, ayant pour termes de comparaison le bitume et la terre de Cassel.*

| ESPÈCES. | QUANTITÉS de coul. densifiées. | QUANTITÉS de blanc ajouté. | QUANTITÉS d'alum. ajoutée. | QUANTITÉS de coul. naturelles. | NATURE des résultats. couleurs nat. ou artific. | NATURE des résultats. blanc latent. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VII^e. *Expér.* | | | | | | |
| Jaune de chrôme. | 0,475 | — . . . | — | 0,242 | = 0,233 } Bitume artificiel. | 0,178 |
| Laque carminée. | 0,100 | — 0,027 | . . . . | = 0,073 } | | |
| Bleu de cobalt. | 0,425 | — 0,070 | . . . . | = 0,355 } | | |
| | 1,000 | — 0,097 | — 0,242 | = 0,661 | | |
| VIII^e. *Expér.* | | | | | | |
| Jaune de chrôme. | 0,388 | — . . . | | 0,197 | = 0,191 } Terre de Cassel art. | 0,165 |
| Laque carminée. | 0,084 | — 0,023 | . . . . | = 0,061 } | | |
| Bleu de cobalt. | 0,528 | — 0,077 | . . . . | = 0,451 } | | |
| | 1,000 | — 0,100 | — 0,197 | = 0,703 | | |

*Combinaisons ternaires naturelles imparfaites servant de termes de comparaison aux combinaisons ternaires artificielles ci-dessus.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VII^e. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Bitume. . . . . | 0,286 | — 0,085 | . . . . | = 0,201 } Bitume naturel. | | 0,000 |
| Blanc et alumine. | 0,714 | — 0,189 | — 0,525 | = 0,000 } | | |
| | 1,000 | — 0,274 | — 0,525 | = 0,201 | | |
| VIII^e. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Terre de Cassel. . | 0,157 | — 0,041 | — . . . | = 0,116 } Terre de Cassel nat. | | 0,600 |
| Blanc et alumine. | 0,843 | — 0,223 | — 0,620 | = 0,000 } | | |
| | 1,000 | — 0,264 | — 0,620 | = 0,116 | | |

Dans les deux expériences précédentes formées des mêmes espèces de couleurs que celles de la IIIe. expérience, et ayant pour termes de comparaison le *bitume* et la *terre de Cassel* naturels, on voit la possibilité de reconnaître en quelle quantité sont les excédans des couleurs qu'elles manifestent, indépendamment de celles dont se compose la combinaison ternaire parfaite avec laquelle ces excédans sont engagés.

Considérant les résultats de ces deux expériences, et d'abord celle du *bitume artificiel*, ainsi que les quantités et les espèces de couleurs dont elle est composée, il était facile de voir que ces quantités ne pouvaient être proportionnelles avec celles des couleurs de la IIIe. expérience, puisque celle-ci était à son terme de saturation parfait; et en outre, que de l'examen de leurs différences, devaient résulter les moyens les plus propres pour reconnaître les quantités des excédans de la combinaison ternaire imparfaite naturelle.

En effet, ayant réduit cette combinaison à l'état ternaire parfait, en retranchant les excédans suivant les proportions où se trouvent les couleurs de la combinaison ternaire parfaite

parfaite de la III^e. expérience, j'ai reconnu qu'elle se composait en couleurs naturelles, de 0,090 de *jaune*; de 0,038 de *rouge* et de 0,355 de *bleu*; en sorte que les deux excédans 0,143 de *jaune* et 0,035 de *rouge* étaient précisément ce qui constituait le *bitume* à l'état ternaire imparfait.

Réduisant ensuite ces deux excédans à l'état binaire parfait par 0,081 de *jaune* et 0,035 de rouge, j'ai eu un reste de 0,062 de *jaune* en excès sur la combinaison binaire parfaite; d'où l'on voit que le bitume est une couleur ternaire imparfaite, formée d'abord d'une combinaison ternaire absolue, et de deux excédans, l'un binaire parfait *orangé*, et l'autre primaire *jaune*.

Puisque les résultats de la combinaison artificielle étaient identiques avec celle du *bitume naturel*, on pouvait donc considérer déjà celui-ci comme formé des mêmes élémens de la combinaison artificielle; et alors il était naturel de penser que, s'il en était ainsi, ces deux couleurs pouvaient être portées à l'état ternaire parfait par des complémens égaux et formés des mêmes espèces de couleurs : en effet, ayant ajouté ces complémens aux deux couleurs, il en est

résulté deux noirs parfaitement semblables.

Ayant fait pour la *terre de Cassel* la même opération que pour le *bitume*, j'ai trouvé, 1°. pour la combinaison ternaire absolue, *jaune de chrôme* 0,112, *laque* 0,048 et *bleu de cobalt* 0,451; 2°. pour la combinaison binaire absolue, *jaune de chrôme* 0,030, et *laque* 0,013; 3°. enfin un excédant de *jaune de chrôme* de 0,049; d'où l'on peut facilement reconnaître l'état de composition naturelle des deux couleurs ternaires imparfaites, le *bitume* et la *terre de Cassel*.

On peut faire ainsi, et comparativement à des couleurs données, l'analyse indirecte et relative de toutes les couleurs binaires et ternaires, parfaites et imparfaites naturelles (1).

---

(1) Comme on ne peut décomposer les substances colorées sans détruire ou altérer en même temps leurs propriétés colorifiques, je n'ai point trouvé de moyen plus certain pour reconnaître les élémens dont leur couleur particulière se trouve formée, que de refaire de toutes pièces des nuances parfaitement semblables; et comme on ne saurait douter que les combinaisons naturelles et artificielles ne soient assujéties aux mêmes lois, on ne peut douter non plus qu'elles ne soient toutes formées des mêmes élémens.

Autorisé déjà par ce qui précède à considérer les couleurs ternaires naturelles comme formées des trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*, les couleurs binaires naturelles doivent se former également de deux de ces trois couleurs seulement.

Les trois couleurs, *jaune*, *rouge* et *bleue* combinées par deux seulement, donnent toujours des résultats semblables aux couleurs binaires naturelles ; et les différences d'énergie qu'ils présentent, dans certains cas, sont étrangères aux lois des combinaisons, comme on le voit par les résultats des expériences suivantes, table VII.

# TABLE VII.

*Combinaisons binaires artificielles, ayant pour termes de comparaison le minium et le cinabre.*

| ESPÈCES. | QUANTITÉS de couleur ou de blanc densif. | QUANTITÉS de blanc ajouté. | QUANTITÉS d'alum. ajoutée. | QUANTITÉS de couleurs naturelles. | NATURE des résultats. couleurs produites. | NATURE des résultats. blanc latent. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IXe. *Expérience.* | | | | | | |
| Jaune de chrôme. | 0,760 | — . . . | — | 0,387=0,373 | Minium artific. | 0,000 |
| Laque carminée. . | 0,039 | — 0,010 | . . . . | =0,029 | | |
| Blanc et alumine. | 0,201 | — 0,053 | — 0,148 | =0,000 | | |
| | 1,000 | — 0,063 | — 0,535 | =0,402 | | |
| Xe. *Expérience.* | | | | | | |
| Jaune de chrôme. | 0,719 | — . . . | | 0,367=0,352 | Cinabre artif. | 0,000 |
| Laque carminée. . | 0,194 | — 0,052 | . . . . | =0,142 | | |
| Blanc et alumine. | 0,087 | — 0,019 | — 0,068 | =0,000 | | |
| | 1,000 | — 0,071 | — 0,435 | =0,494 | | |

*Combinaisons binaires naturelles servant de termes de comparaison aux combinaisons binaires artificielles de la table ci-dessus.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IXe. *Expér. bis.* | | | | | coul. n. | |
| Minium. . . . . | 0,977 | — . . . | | 0,724=0,253 | Minium natur. | 0,05 |
| Bleu de cobalt. . | 0,023 | — 0,004 | . . . . | =0,01 | | |
| | 1,000 | — 0,004 | — 0,724 | =0,272 | | |
| Xe. *Expér. bis.* | | | | | | |
| Cinabre. . . . . | 0,964 | — . . . | | 0,731=0,233 | Cinabre natur. | 0,06 |
| Bleu de cobalt. . | 0,036 | — 0,006 | . . . . | =0,03 | | |
| | 1,000 | — 0,006 | — 0,731 | =0,263 | | |

Dans les deux expériences ci-dessus, les combinaisons formées seulement avec deux des trois couleurs employées dans la III^e. expérience, offrant, comme on le voit, des résultats binaires à très-peu près semblables au *minium* et au *cinabre*, présentent en même temps un fait particulier qui a lieu dans les composés binaires artificiels, c'est de ne pouvoir pas donner toujours des nuances aussi énergiques que celles de certaines couleurs binaires naturelles.

Dans les deux expériences précédentes, les résultats sont bien, à la vérité, conformes à leur terme de comparaison; mais on voit que j'ai été obligé d'éteindre un peu la vivacité des couleurs naturelles par une couleur complémentaire propre à cet effet, c'est-à-dire par du bleu.

La combinaison de la IX^e. expérience, formée de 0,373 de *jaune de chrôme* naturel et de 0,029 de *laque*, contient donc les mêmes quantités d'élémens colorifiques que les 0,253 de *minium* et les 0,019 de *bleu de cobalt* de la IX^e. expér. *bis*, puisque ces combinaisons donnent des résultats semblables.

Cependant la quantité de *bleu* ajoutée au *minium* pour abaisser son énergie, annonce

évidemment dans les couleurs de la combinaison de la IX^e. expérience, ou un défaut de pureté élémentaire, ou l'influence des superpositions des molécules de leur substance, quoique ces couleurs eussent été rétablies à la même densité, ou bien encore l'action de ces deux causes réunies.

Malgré cette circonstance particulière, il n'en est pas moins possible de reconnaître très-approximativement les proportions des élémens du minium, en suivant pour cette opération la même marche que pour les combinaisons ternaires imparfaites.

En effet, ayant combiné à l'état ternaire absolu les 0,019 de *bleu de cobalt* avec 0,002 de *laque* et 0,004 de *jaune de chrôme*, quantité à très-peu près proportionnelle à celle de la combinaison ternaire parfaite de la III^e. expérience, et réduisant les 0,369 de jaune et les 0,027 de laque, j'ai eu un reste de 0,307 de jaune; d'où il résulte que le minium est une couleur binaire formée de deux élémens représentés par 0,062 de *jaune de chrôme* et 0,027 de laque avec un excédant de jaune égal à la quantité de 0,307 de *jaune de chrôme*.

Quant à l'abaissement de l'énergie du minium, on voit par les petites quantités

de jaune et de rouge prises sur les 0,253 de *minium* combinées et à l'état ternaire parfait avec les 0,019 de *bleu de cobalt*, de combien peu la combinaison artificielle se trouvait altérée, et que cette légère altération ne pouvait guère appartenir qu'à l'une des causes que je viens d'indiquer, et peut-être à toutes les deux réunies.

Ayant fait ensuite pour la combinaison de la X^e^. expérience la même réduction que pour la précédente, j'ai trouvé d'abord pour la combinaison ternaire absolue, 0,007 de *rouge* et 0,003 de *jaune* employés à saturer les 0,030 de *bleu de cobalt;* et le surplus 0,345 de *jaune* et 0,139 de *rouge*, réduit à l'état binaire parfait, a donné un reste de 0,024 de *jaune*, différence assez peu sensible, comme on voit, pour permettre de considérer le *cinabre* comme très-près de l'état binaire absolu.

Dans l'examen des composés binaires et ternaires, on vient de voir comment les couleurs de ces substances se comportaient entre elles, et qu'à cet égard leur action était parfaitement semblable à celle des couleurs transmises; d'où l'on peut conclure que les couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* étant

les seuls agens des deux ordres de phénomènes que je viens de considérer, elles en étaient les élémens (1).

Le caractère élémentaire des couleurs, résidant exclusivement dans la propriété de former par deux, en toutes proportions, des composés binaires toujours colorés, et, unis par trois, à leur terme de saturation absolu, des composés ternaires parfaitement incolores, il en résulte que leur état élémentaire doit se reconnaître à ces propriétés.

Ainsi, par exemple, à égale intensité, une couleur bleue pure absorbera dans une combinaison ternaire parfaite une plus grande quantité de couleur orangée que ne le ferait, à l'égard de la même couleur, un bleu moins parfait.

---

(1) Il y a ici une observation importante à faire sur l'erreur à laquelle pourraient donner lieu les produits incolores par deux substances colorées: ce résultat ne pouvant avoir lieu que dans le cas où l'une des couleurs ou toutes les deux se trouveraient déjà à l'état binaire, et pourraient se servir de complémens mutuels. Cette observation s'applique aussi aux combinaisons formées par un plus grand nombre de substances diversement colorées.

## §. III.

*Des lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles les couleurs produites par la réfraction de la lumière.*

La lumière blanche a, comme je l'ai déjà observé au commencement de ce mémoire, une énergie particulière et distincte de celle propre aux couleurs ; elle peut contenir, à l'état latent et jusqu'au terme de son énergie particulière, des quantités notables de lumière modifiée à l'état de couleurs ; et au-delà de ce terme, l'énergie de celles-ci peut, à son tour, masquer la blancheur de la lumière.

Les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* du spectre solaire, combinées dans des proportions convenables, se décomposent réciproquement, et ne laissent plus paraître, après cette décomposition, que la somme des diverses quantités de lumière blanche de chacune d'elles.

### Expérience XI.

Après avoir introduit dans une chambre obscure par trois diaphragmes différens *a a' a''*, *fig. III*, de quatre millimètres d'ouverture,

trois faisceaux radieux parallèles, et les avoir réfractés chacun avec un prisme équilatéral de flint-glass, je reçus leurs images à 1,949 millim. sur un carton blanc $c\,c'$ auquel j'avais pratiqué des ouvertures rondes $b\,b'\,b''$ de quatre millimètres, et à des distances égales à celles des premiers diaphragmes entre eux; ensuite, je disposai au-delà de ce carton, sur un plan circulaire de 134 millimètres de rayon, trois miroirs plans $d\,d'\,d''$ montés sur des supports, et destinés à recevoir et à réfléchir chacune des trois images sur le revers du carton $c\,c$, entre lequel et les miroirs j'avais disposé des lentilles convexes $e\,e'\,e''$, de 67 millimètres de foyer, et mobiles dans les mêmes plans que ceux des rayons réfléchis par les miroirs.

Les choses étant dans cet état, je projetai simultanément sur les trois ouvertures du carton, trois rayons *jaune*, *rouge* et *bleu* $r\,r'\,r''$ pris chacun dans des spectres différens.

Ces trois rayons reçus sur les miroirs étaient réfléchis par eux sur le revers du carton, lequel était noirci dans une partie de sa surface $o\,o$, à la réserve d'un point rond de deux millimètres destiné à recevoir

les images colorées des rayons dirigés vers ce point.

Lorsque ces trois couleurs furent confondues entre elles, et leur superposition parfaite, elles formaient, comme on voit, une combinaison ternaire, puisque j'avais employé trois couleurs d'espèces différentes; mais comme dans cette première opération, ces combinaisons étaient le plus souvent imparfaites par quelque excédant de couleurs, elles avaient alors besoin d'être amenées au terme d'équilibre propre à leur décomposition complète : à cet effet, je fis varier les lentilles dans le plan des rayons réfléchis, et je diminuai ou j'augmentai par ce moyen l'intensité et l'énergie des rayons colorés; enfin, j'arrivai au point d'équilibre où les trois couleurs se trouvant à leur terme de saturation parfait, elles ne pouvaient plus réfléchir autre chose que la somme des diverses quantités de lumière blanche que contenaient les couleurs avant leur décomposition.

L'image blanche qui résultait de cette expérience était parfaitement incolore, même sans pénombre colorée, et sans jets de lumière hors de son disque, comme il

arrive dans la réunion de toutes les couleurs du spectre solaire en une seule image par le moyen d'une grande lentille.

Considérant dans ce phénomène ce qui appartient seulement à la loi des combinaisons, il est visible que les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* ont suffi à sa production, ainsi qu'à l'innombrable quantité de nuances qu'on observe en cherchant le terme d'équilibre de ces trois couleurs entre elles.

Si l'on fait varier les quantités de couleurs soit au-delà, soit en-deçà du terme de saturation parfait, l'on a des excédans réfléchis parfaitement identiques avec ceux des deux ordres de phénomènes que j'ai déjà considérés.

## Expérience XII.

J'introduisis dans la chambre obscure, par une ouverture rectiligne de 3 sur 6 millimètres un faisceau de lumière *a*, *fig. IV*, et l'ayant réfracté par un prisme équilatéral *o*, j'en reçus l'image sur un carton *bb*, garni d'un diaphragme dont l'ouverture était de 2 millimètres de hauteur sur 6 de largeur; ce carton était placé à 1,623 milli-

mètres du prisme. Je projetai à travers cette ouverture un rayon jaune *c* pris dans le spectre solaire, vers la face antérieure de l'appareil; et la première chambre *d* étant garnie d'*eau filtrée*, la seconde *e* de la liqueur *rouge* et la troisième *f* de la liqueur *bleue*, je fis varier les intervalles entre les cloisons jusqu'à ce que le rayon émergent fût totalement décoloré, et voici ce que j'observai.

Le rayon jaune *c* transmis à travers les liqueurs *bleue* et *rouge*, était parfaitement décoloré; mais, vu la petitesse de l'ouverture, et la perte d'une partie de la lumière dans son trajet à travers les liqueurs colorées, le rayon émergent *k* reçu sur le carton *n n* ou *n' n'*, avait très-peu d'énergie, ainsi que le nouveau spectre qui en résultait; cependant, lorsque je considérais ce rayon émergent à travers un prisme de flint-glass, il offrait alors une image colorée fort vive, semblable au spectre solaire, et d'autant plus entière et complète de toutes ses couleurs, que le rayon était plus parfaitement décoloré.

J'ai appliqué ces moyens de décomposition à toutes les couleurs du spectre solaire;

et j'ai toujours eu pour chacune d'elles les mêmes résultats, c'est-à-dire un faisceau radieux incolore, puis un spectre entier et complet de toutes ses couleurs.

J'ai opéré ces décompositions, savoir : celle du *rouge*, par des liqueurs *jaune* et *bleue ;* celle de l'*orangé*, par une liqueur *bleue ;* celle du *jaune*, par des liqueurs *bleue* et *rouge ;* celle du *vert*, par une liqueur *rouge ;* celle du *bleu*, par des liqueurs *jaune* et *rouge ;* et enfin celle du *violet*, par une liqueur *jaune*.

D'après les phénomènes que présente cette expérience, et sur-tout la production des nouveaux spectres solaires (1) formés

---

(1) On avait annoncé que les couleurs du spectre solaire étaient immuables ; mais si cela paraît vraisemblable lorsqu'on emploie des milieux d'égale propriété réfringente, cette assertion se trouve démentie lorsque cette propriété est progressive.

Il n'est donc pas difficile, d'après cela, de reconnaître à quelle cause appartient cette dissidence, puisque d'un côté, les rayons colorés et la lumière blanche se comportent de la même manière dans leurs milieux respectifs, lorsqu'ils sont homogènes et d'égale densité, et que de l'autre il faut à ces deux ordres de phénomènes, pour en changer l'état, l'action d'une puissance

successivement par des rayons de diverses couleurs, il ne paraît guère possible d'admettre que la lumière soit décomposée dans leur production, sans se trouver en même temps dans la nécessité d'expliquer com-

---

réfringente plus forte que celle du milieu dont la lumière aurait déjà subi l'action.

Ainsi, l'expérience de l'immutabilité des rayons colorés, faite par une suite de milieux identiques, ne prouve rien autre chose, sinon que la loi qui en maintient les degrés de réfrangibilité tant qu'ils restent ou rentrent dans des milieux semblables, est commune à la lumière blanche elle-même; d'où l'on voit également que les parties successives d'un milieu homogène, et d'égale densité, n'agissent point cumulativement sur la lumière, mais que leur action se borne seulement à la maintenir dans le même état de réfrangibilité, jusqu'à ce qu'une puissance plus forte, en ajoutant à la première la quantité dont elle la surpasse, puisse en changer de nouveau l'état, et enfin, que la lumière, après sa réfraction, conserve néanmoins l'état où elle se trouve alors, quoique pour arriver successivement d'un premier milieu à plusieurs autres semblables elle en traverse de moindre densité.

On peut donc voir à présent à quoi se réduit la prétendue preuve de l'immutabilité des rayons colorés de la lumière, puisqu'elle n'est fondée que sur une observation vicieuse.

ment chaque couleur particulière du spectre solaire pourrait reproduire encore toutes les autres, comme on vient de le voir.

N'y aurait-il pas eu quelque erreur à cet égard ? et n'aurait-on pas pris seulement la décomposition des rayons colorés pour la recomposition de la lumière elle-même ?

Si les couleurs sont les élémens de la lumière, pourquoi, réunies, ces couleurs ne peuvent-elles donner une image blanche d'une intensité égale à celle qu'elle avait avant sa réfraction, déduction faite de la perte qu'elle a pu éprouver dans cette opération, et pourquoi cette intensité se trouve-t-elle dans tous les ordres des phénomènes de la colorisation (1), toujours en raison

(1) Le moyen terme que m'ont donné les expériences que j'ai faites pour constater la perte que subit, dans la production des couleurs, la lumière directe réfractée par un prisme équilatéral de flint-glass, est de $\frac{1}{10}$ ; mais cette quantité m'a toujours paru un peu trop forte, eu égard au phénomène particulier qui a lieu dans cette expérience : car, en traversant les milieux, la lumière paraît se multiplier elle-même par les réflexions internes qui ont lieu, tant par les faces intérieures, que par les molécules elles-mêmes de leur substance particulière, ce qui donne alors un accroisse-

inverse

inverse de celle des couleurs mises en combinaison ?

Si les couleurs ne sont point lumineuses par elles-mêmes, et si l'on peut les séparer de la lumière, comment en seraient-elles les élémens ?

Dans les expériences sur les couleurs transmises, les excédans seuls sont transmis ; et à leur terme d'équilibre parfait, le faisceau émergent ne contient à l'état latent aucune de ces couleurs. Dans le premier cas, les couleurs transmises sont engagées avec la lumière, et se propagent ensemble : dans le second, au contraire, elles restent, en se combinant à l'état ternaire parfait, dans les liqueurs colorées. N'est-il pas évident alors que la lumière, dans ce dernier cas, se trouve réellement séparée des cou-

---

ment sensible d'intensité qu'il n'est facile d'évaluer, peut-être, pour les faces seulement, qu'en se réglant sur les observations de M. Malus, faites sur les différens degrés de réflectibilité de la lumière, suivant l'inclinaison des surfaces des milieux réfléchissans ; l'autre quantité étant indéterminable par les moyens connus jusqu'à présent, à moins qu'elles ne suivent, à cet égard, l'ordre de la densité, ou de la propriété réfringente spécifique des milieux.

leurs avec lesquelles elle se propageait avant cette séparation, et en même temps que ce qui se passe dans cette circonstance est une véritable décomposition des rayons colorés?

Ce que je viens de dire au sujet des couleurs transmises, pouvant s'appliquer de même aux combinaisons des autres ordres de couleurs, les phénomènes des deux dernières expériences se trouvent aussi dans la même catégorie, puisque la décolorisation des rayons convergens et directs, n'a pu avoir lieu qu'au moyen de l'état d'équilibre parfait des trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*.

Puisque ces lois appliquées aux couleurs transmises ou réfléchies par les substances *dites* naturellement colorées, ainsi qu'à celles du spectre solaire, donnent absolument les mêmes résultats avec les mêmes agens, il était naturel de penser qu'elles s'appliqueraient aussi aux couleurs que présente la lumière aux différentes époques du jour, et particulièrement à celle du soleil couchant, dont la blancheur est toujours sensiblement altérée par les émanations terrestres.

## Expérience XIII^e.

Ayant introduit dans la chambre obscure, par une ouverture ronde de quatre millimètres, un faisceau de lumière venant du soleil couchant, je reçus son image sur un carton blanc placé à 2,537 millimètres du diaphragme; l'image avait 28 mill. 5 de diamètre; sa couleur était *orangée fauve;* et réfractée, cette image offrait un spectre de 130 millim. de longueur, et dont le violet avait presque entièrement disparu; mais alors combinant, au moyen de l'appareil de l'expérience I et II, et avec les mêmes couleurs, au terme de saturation du noir d'ivoire, cette image orangée, je l'amenai graduellement à un état de blancheur tel, que réfractée de nouveau, elle donnât un spectre de 125 millimètres, et complet de toutes ses couleurs fort belles et fort vives.

Dans cette expérience les intervalles entre les cloisons des chambres étaient, savoir: celle du bleu, de 16 millimètres, et celle du rouge, de 7 millimètres; d'où l'on voit que la combinaison ternaire absolue s'était formée de la couleur des chambres de l'appareil, unie à celle du rayon solaire

orangé, à très-peu-près dans les proportions suivantes ;

| | | |
|---|---|---|
| Couleurs des chambres, | Rouge. | 0,007. |
| | Bleu. . | 0,016. |
| Couleurs des rayons solaires, . . . . . | Rouge. | 0,009. |
| | Jaune. | 0,016. |

D'après les résultats que présente cette expérience, qui n'est au fond qu'un des cas particuliers de la loi des combinaisons, on voit que, quelle que soit la couleur d'un faisceau radieux, il est toujours facile de la détruire, en la combinant à l'état ternaire parfait avec ses complémens naturels, et qu'on peut, dans ces divers cas, obtenir une lumière exempte de toute altération de couleurs, et jouissant de toutes les propriétés de la lumière blanche.

Dans les trois ordres de phénomènes que je viens d'examiner, on voit que leurs couleurs sont invariablement soumises aux mêmes lois, malgré les différences de la nature aériforme, fluide ou solide des substances qui leur servent, pour ainsi dire, comme d'excipient ;

Que les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* de ces divers ordres de phénomènes, combinées par deux seulement, conservent

toute leur énergie et leurs propriétés colorifiques ; mais qu'unies toutes trois à leur terme d'équilibre parfait, elles perdent entièrement ces propriétés par leur décomposition mutuelle ;

Que le résultat de cette décomposition est d'isoler et de rendre ostensibles les quantités de lumière blanche engagées avec les couleurs mises en combinaison ;

Que la lumière blanche pouvant être séparée des couleurs, celles-ci n'en sont point les élémens constitutifs, mais seulement des modifications particulières ;

Que si l'on applique ces lois de composition et de décomposition aux couleurs en général, celles-ci ne peuvent être considérées que comme des excédans primaires ou binaires, plus ou moins lumineux, de combinaisons ternaires formées en même temps que les élémens de la colorisation ;

Qu'en appliquant ces lois aux couleurs du spectre solaire, il n'en peut offrir que six bien distinctes, le *rouge*, l'*orangé*, le *jaune*, le *vert*, le *bleu* et le *violet*, lesquelles ne sont elles-mêmes que des excédans de combinaisons ternaires absolues formées par une multitude d'images colo-

rées particulières ; ce qui explique pourquoi plusieurs d'entre les couleurs du spectre se trouvent sensiblement altérées, et encore éloignées de l'état de pureté élémentaire qu'elles sembleraient devoir offrir.

Quelques développemens sur l'application de ces lois aux couleurs du spectre solaire suffiront, sans doute, pour faire reconnaître toutes les modifications que peuvent subir les couleurs, soit dans leur nuance particulière, soit dans leur disposition entre elles.

Les couleurs *rouge*, *orangée*, *jaune*, *verte*, *bleue* et *violette* existent à l'état latent dans toute la surface du spectre solaire, indépendamment de celles qu'il manifeste ostensiblement.

## Expérience XIV.

Ayant reçu sur une glace dépolie d'un côté seulement, à un mètre du prisme, l'image d'un spectre solaire formé d'un faisceau radieux de 10 millimètres de grosseur, j'interposai entre le diaphragme et la glace une lame *fig. V* de 5 à 6 millimètres de largeur, puis promenant cette lame dans toute

la longueur de l'image, les deux tranchans présentèrent alors des franges diversement colorées, savoir : le tranchant du côté du violet du spectre, d'abord *du rouge contigu au tranchant*, puis *de l'orangé et du jaune*, et le tranchant opposé, *du violet contigu au tranchant*, puis *du bleu et du vert ;* en sorte que les couleurs que présentaient ces franges complétaient toujours, dans chaque portion du spectre solaire séparée par l'ombre de la lame, le même nombre et les mêmes espèces de couleurs qu'il présente ordinairement : seulement, lorsque les couleurs de ces franges se trouvaient situées sur celles du spectre avec lesquelles elles pouvaient former une combinaison ternaire, les couleurs de ces franges devenaient alors moins sensibles, ou disparaissaient entièrement par leur décomposition partielle ou totale.

Les couleurs de ces deux franges étant toujours dissemblables entre elles, et ce phénomène étant opposé à ceux que donne par la répulsion un faisceau de lumière directe, ces couleurs ne pouvaient appartenir qu'au spectre solaire ; et alors l'action répulsive de la lame n'avait fait que les séparer de la combinaison ternaire dans la-

quelle elles se trouvaient engagées à l'état latent.

Il résulte donc de cette expérience, que le spectre solaire contient à l'état latent, et dans toute sa surface, les mêmes espèces de couleurs que celles qu'il présente ostensiblement, et que celles-ci n'étant que des excédans, les couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*, pour pouvoir être considérées comme exactement élémentaires, doivent excéder la combinaison ternaire sans aucun mélange d'autre couleur; circonstance qu'il est extrêmement rare de rencontrer dans les phénomènes de la colorisation.

Il n'en est pas ainsi des couleurs *orangée*, *verte* et *violette*; toujours ostensibles, quelles que soient les proportions dans lesquelles elles se trouvent combinées, ces couleurs ne peuvent être altérées par aucune couleur étrangère, puisque les excédans des combinaisons ternaires ne peuvent jamais être que primaires ou binaires.

On voit donc à présent comment il peut arriver que dans le spectre solaire lui-même les couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* soient altérées dans leur état parfait de pureté élémentaire, pendant que les couleurs *oran-*

*gée*, *verte* et *violette* ne pouvant cesser d'être binaires qu'après la séparation des deux élémens dont elles sont formées, elles conservent toutes leurs propriétés colorifiques à quelque distance qu'elles soient de leur état de saturation binaire absolu ; c'est-à-dire, de ce terme d'équilibre entre les deux élémens dont elles sont formées auquel il suffit d'ajouter le complément élémentaire, pour en former aussitôt une combinaison ternaire absolue.

D'un autre côté, on voit combien il était difficile, avant d'avoir fait ces observations, de pouvoir déterminer les espaces occupés par les couleurs du spectre solaire, car, indépendamment des variations que ces espaces présentent, soit par l'état de la lumière, soit par les distances auxquelles on en reçoit les images réfractées, il fallait ou une grande habitude de comparer les couleurs entre elles, ou, à son défaut, un moyen régulier, pour reconnaître entre deux couleurs d'espèces différentes, et combinées entre elles par leurs extrémités, le point juste où elles changeaient véritablement de caractère.

Cette opération déjà très-délicate pour les

autres ordres de couleurs, l'était encore plus pour celles du spectre solaire, attendu que le *jaune*, le *bleu*, et particulièrement le *rouge* qu'il présente, sont sensiblement alterés (1).

Le *rouge*, par exemple, tient davantage du caractère d'un orangé foncé avec un petit excédant de rouge à son extrémité, qu'à la nuance qu'il offre dans son état élémentaire. De son côté, le jaune toujours mêlé d'une teinte verdâtre n'est jamais, dans le spectre solaire, totalement dégagé de l'impression de cette couleur; enfin, le *bleu*, quoique plus franc dans son espèce que les deux précédentes couleurs, présente encore dans la plus grande partie de la surface qu'il occupe, une légère altération : cependant, on peut le considérer comme plus près de l'état élémentaire que les deux autres couleurs, le *jaune* et le *rouge*.

(1) Ces difficultés n'excluant pas la possibilité de déterminer de quelle quantité ces couleurs se trouvent altérées, j'aurais eu l'honneur de vous présenter ici les premiers résultats que j'ai obtenus, si, avant, je n'avais préféré en répéter encore les expériences, et les vérifier, en variant les appareils.

Quant aux trois autres couleurs, l'*orangé*, le *vert* et le *violet*, elles doivent être dans leur espèce évidemment plus franches que celles dont je viens de parler, et nécessairement à leur terme de saturation binaire absolu à l'un des points de la surface qu'elles occupent. Resterait à fixer ce point; mais cette détermination présentant la même difficulté que les espaces occupés par les couleurs, je me suis borné à offrir ici les principales divisions que j'ai observées sur un grand nombre de spectres, depuis leur naissance jusqu'au terme de leur configuration parfaite.

L'espèce d'arrangement des couleurs du spectre solaire qui semblent se grouper autour du jaune (1), m'ayant déterminé à le

(1) Dans le spectre solaire, la plus forte intensité radieuse est sur le jaune, la moindre sur le violet, et les intensités moyennes sur les couleurs intermédiaires, suivant la distance où elles se trouvent situées à l'égard du jaune. Ces différences d'intensité font partie des causes de plusieurs phénomènes qu'on chercherait vainement à expliquer sans elles; tel, par exemple, dans la physique céleste, que celui de la scintillation des étoiles, dont le phénomène particulier appartient aux dif-

diviser d'abord en deux principales parties, j'ai établi cette première division sur la portion du jaune la plus lumineuse et la mieux prononcée. Alors, les espaces compris entre la ligne AI, *fig. IX, X, XI, XII* et *XIII*, et les extrémités $c\ c'\ c''\ c'''\ c''''$ du rouge de chacun de ces spectres, contiennent une portion du *jaune*, puis l'*orangé* et le *rouge*; et les autres espaces compris entre AI $e\ e'\ e''\ e'''\ e''''$, aussi une portion du *jaune*, puis le *vert* jusqu'en $e\ e'\ e''\ e'''\ e''''$; le *bleu* depuis $e\ e'\ e''\ e'''\ e''''$ jusqu'en $f\ f'\ f''\ f'''\ f''''$; enfin le *violet* depuis $f\ f'\ f''\ f'''\ f''''$ jusqu'en $d\ d'\ d''\ d'''\ d''''$.

Au moyen de ces divisions plus faciles à déterminer que celles entre le *vert* et le

férences d'intensité radieuse des couleurs de leur lumière, produites par la réfraction de l'air atmosphérique, et dont la propagation en ligne droite, troublée par les effluves du calorique terrestre, se fait alors par ondulation ; circonstance qui amène successivement à l'œil les diverses couleurs que présentent les étoiles, ainsi que l'alternation souvent très-rapide des différens degrés d'intensité radieuse des couleurs, d'où naît alors la scintillation.

Mais, lorsque ces couleurs se trouvent, par quelque cause que ce soit, confondues entre elles, ou masquées par l'énergie de leur lumière, le phénomène n'a point lieu.

*jaune*, entre celui-ci et l'*orangé*, entre l'*orangé* et le *rouge*, je devais être moins exposé à l'erreur, puisque les couleurs que contiennent les divisions que j'ai adoptées sont plus prononcées entre elles. Alors l'inspection seule de ces différentes images d'un même spectre solaire, reçues à différentes distances, mesurées avec soin et comparées entre elles et avec les trois autres spectres, *fig. VI*, *VII* et *VIII* (1), peut déjà suffire pour faire reconnaître les variations qu'il présente dans les espaces occupés par les couleurs.

Indépendamment de ces variations, le spectre solaire, à sa naissance, offre un phénomène particulier qui, pour n'être pas de l'ordre de ceux qu'on pourrait appeler *d'apparat*, n'en est pas moins intéressant à examiner, puisqu'il se rattache aux lois de la colorisation qui font l'objet de ce mémoire, et qu'il ne peut s'expliquer que par

(1) J'ai dessiné les périmètres de ces différens spectres solaires avec le plus de soin possible, et j'ai évité sur-tout la licence de ceux qui les tracent au gré de leurs vues, en leur donnant des côtés parfaitement rectilignes et parallèles, et des extrémités toujours exactement semi-circulaires.

elles; je veux parler d'une tache légèrement rosée, située entre le *jaune* et le *vert* du spectre solaire, lorsqu'on reçoit son image à peu de distance de la face d'émergence du prisme (1).

La tache rosée qu'on aperçoit au centre de l'image d'un spectre solaire naissant, appartient à l'extension de la couleur *rouge*, à travers le *jaune* et même le *vert* entre lesquels cette tache se trouve située; et elle est le produit d'une combinaison ternaire très-près de son terme absolu de saturation.

On a vu que les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* combinées à leur terme d'équilibre, se décomposaient réciproquement, et ne donnaient alors la sensation d'aucune couleur;

Qu'au-delà de ce terme les excédans pouvaient présenter successivement les six couleurs *rouge*, *orangée*, *jaune*, *verte*, *bleue* et *violette*, et qu'indépendamment de celles

(1) Ce phénomène est commun avec ceux produits par un prisme plongé tout entier dans les rayons solaires; et il n'en diffère que par la forme de l'image rosée et celle des franges colorées qui l'accompagnent.

ordinairement ostensibles dans le spectre solaire, il contenait encore dans toute sa surface les mêmes espèces de couleurs combinées à l'état ternaire absolu.

Il devait donc résulter de ces faits constans, que les trois couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue* inégalement distribuées dans toute sa surface, par leur dispersion particulière, pouvaient se trouver, dans certains cas, combinées entre elles à l'état ternaire, comme il arrive dans la tache rosée en question.

Si l'on introduit dans la chambre obscure, par une ouverture ronde de neuf à dix millimètres, un faisceau radieux, et si après l'avoir réfracté, on en reçoit l'image sur une glace mince dépolie, ou sur un carton blanc, à trente millimètres du prisme, elle offre, au centre, une autre image, *o fig. VI*, d'une teinte légèrement rosée, et située entre le *jaune* et le *vert*.

Cette image particulière se trouvait donc dans le cas que je viens d'indiquer; c'est-à-dire qu'elle était le produit d'une combinaison ternaire formée d'une portion du *jaune* et du *vert* entre lesquels elle se trouvait située et d'une quantité nécessaire de *rouge* qui ne pouvant être fourni ni par le *jaune*,

ni par le *vert*, prouvait évidemment son existence au lieu où paraît l'image rosée (1).

Ou ce *rouge* avait traversé le *jaune* pour arriver jusqu'à l'image à laquelle il s'est combiné, ou bien il existait dans toute la surface du spectre, ce qui, comme on voit, est la même chose quant à son action sur les deux autres couleurs. Dans l'un ou l'autre cas, il n'en subsistait pas moins entre *le jaune et le vert;* ce qui n'a jamais lieu dans l'ordre que suivent ordinairement *les couleurs ostensibles* du spectre solaire.

Soit que l'on considère les couleurs latentes du spectre solaire comme formées par la combinaison entre elles d'une multitude infinie d'images diversement colorées, soit qu'on suppose qu'il n'est formé lui-même que de trois images particulières

(1) Ces faits ne seront peut-être bien sentis que par ceux qui ont une grande habitude de combiner les couleurs entre elles, et d'en comparer les résultats, car pour ceux qui n'en ont étudié les phénomènes que dans les livres, il serait possible qu'ils ne considérassent ces nouvelles expériences, et, par suite, les explications simples qu'elles fournissent, que comme autant de subtilités ambitieuses.

colorées

colorées l'une en *rouge*, l'autre en *jaune*, et la troisième en *bleu*, superposées ou mêlées entre elles ; on ne saurait se refuser d'admettre que ces couleurs subsistent dans toutes les parties de sa surface, puisqu'on peut les y rendre ostensibles dans la presque totalité du spectre solaire, et qu'on explique l'altération et même la disparition de quelques-unes d'entre elles, avec la plus grande facilité, au moyen de la loi des combinaisons.

D'un autre côté, si, comme l'expérience le prouve encore, le spectre solaire contient, à l'état latent, et dans toute sa surface, les mêmes espèces de couleurs que celles qu'il manifeste ostensiblement, l'existence du *violet* qui le termine ne serait plus un problème, puisqu'il résulterait d'un excédant binaire dont les élémens seraient le *rouge* et le *bleu*.

Au reste, ce phénomène n'étant qu'un des cas particuliers de la loi invariable des combinaisons, s'explique également par elle avec la plus grande facilité.

Je terminerai ce Mémoire par une expérience dont l'objet est de prouver que les

couleurs du spectre solaire peuvent être combinées, dans certains cas, avec des quantités notables de lumière incolore toujours produites par une combinaison ternaire, et susceptible d'une nouvelle réfraction beaucoup plus forte encore que la première.

## Expérience XV.

J'introduisis dans la chambre obscure, par une ouverture ronde de vingt millimètres, un faisceau radieux, *a* fig. *XIV*, dirigé sur une lentille *b* de 230 millimètres de foyer et placée à 433 millimètres du diaphragme.

Au-delà de cette lentille et vers son foyer *c*, je plaçai un prisme équilatéral de flint-glass *d* garni d'un réflecteur plan *e* en métal poli, puis à 1,733 millimètres un carton *ff* pour recevoir l'image du faisceau réfracté, laquelle avait alors 270 millimètres de hauteur, sur 216 de largeur.

Cette image, développée, *fig. XV*, offrait toutes les mêmes espèces de couleurs qu'un spectre solaire produit par une seule réfraction, mais avec un phénomène analogue à

celui du spectre naissant; c'est-à-dire, que toute la partie *d* de cette image comprise entre les extrémités du jaune *c* et du vert *e* n'offrait qu'une teinte blanchâtre légèrement rosée accompagnée vers le haut par un *jaune c* assez pur, un *orangé b* et un *rouge a* altéré de jaune; et vers le bas par un *vert* brillant *e*, un *bleu g* et un *violet h*, aussi fort beaux.

La partie intérieure *d* de cette image combinée à l'état ternaire presque absolu devait donner des marques sensibles de l'état particulier où elle se trouvait.

En effet, ayant introduit à travers un diaphragme de 4 millimètres un faisceau radieux *g* pris dans cette partie de l'image, et l'ayant réfracté par un prisme semblable au premier, j'ai eu un spectre, *fig. XIX*, entier et complet de toutes ses couleurs, lequel reçu à 974 millimètres en avait 50 de longueur sur 4, 5 de largeur, et, comme on voit, en hauteur onze fois sa largeur.

Ayant introduit successivement par le même diaphragme des rayons colorés pris dans les différentes parties de cette image, j'obtins également des spectres solaires, *fig.*

*XVI, XVII, XVIII, XX, XXI et XXII*, diversement colorés, et auxquels il ne manquait, pour être complets, que les couleurs avec lesquelles celle du rayon introduit pouvait se combiner à l'état ternaire parfait.

On voit, par cette expérience, que les divers rayons colorés que j'ai soumis à une nouvelle réfraction, contenaient des quantités notables de lumière blanche latente, susceptible d'une nouvelle réfraction et d'une dispersion encore plus forte que la première ;

Que la partie incolore *d* un peu rosée de l'image était le résultat d'une combinaison ternaire très-près de son terme parfait de saturation ; car tous les points de sa surface avaient également donné des spectres entiers et complets de toutes leurs couleurs.

On peut, d'ailleurs, rendre sensibles les élémens de cette combinaison ternaire par un moyen fort simple, qui se réduit à interposer dans le faisceau de rayons qui produit cette image une lame *fig. XXIII* de 5 à 6 millim. de largeur, ou un corps opaque quelconque ; et l'on obtient des franges diversement colorées, susceptibles d'une inversion

particulière et dépendantes de l'état des rayons de l'image : car lorsque le premier prisme *d* fig. *XIV* se trouve placé en dehors du foyer de la lentille, la frange *rouge, orangée* et *jaune* se manifeste à la partie inférieure de la lame *fig. XXIII*, et le *violet*, *le bleu* et le *vert* à la partie supérieure ; et tout au contraire, lorsque le prisme *d'* de l'appareil *fig. XXIV* se trouve placé en-dedans du foyer *c'* de la lentille *b'*, la frange *rouge* occupe alors la partie supérieure, et le *violet* la partie inférieure de la lame *fig. XXV*, et il est remarquable que dans cette transposition, les couleurs *a b c e g h* des bandes annulaires de l'image *fig. XV* n'éprouvent aucune inversion, ni aucun changement sensible dans les divers spectres qu'elles donnent ; d'où l'on voit que les couleurs des franges appartiennent à l'action de la lentille, et celles des bandes annulaires à l'action du prisme.

Il résulte de tout ce qui précède, que tous les phénomènes de la colorisation se réduisent à trois élémens, d'où naît l'innombrable variété de nuances que présente la lumière dans les modifications qu'elle subit ; que ces élémens ne peuvent se combiner

que par deux et par trois, ainsi qu'on le voit dans le tableau suivant, divisé en trois classes, contenant : la première, trois couleurs *primaires;* la seconde, trois *binaires parfaites* à leur terme de saturation absolu et six *binaires imparfaites ;* la troisième classe, enfin, une seule ternaire à son terme de saturation absolu, et douze *ternaires imparfaites* avec des excédans primaires ou binaires (1).

---

(1) Autorisé à considérer la production du noir dans les substances matérielles comme un phénomène parfaitement identique avec ceux que présentent à leur terme de saturation ternaire les autres ordres de couleurs, j'ai désigné, dans la troisième classe, sous l'expression générale de noir, la perte que subit la lumière dans les combinaisons de ces couleurs à leur terme de saturation ternaire absolu. Alors, on ne doit entendre autre chose, par cette expression, que le résultat d'une combinaison ternaire absolue qui ne présente plus rien de sensible que la quantité de lumière incolore qu'elle peut réfléchir.

Les corps noirs, en général, réfractent la lumière beaucoup plus fortement que les corps blancs, et, l'intensité de l'action qu'ils exercent sur la lumière, est toujours en raison directe de la quantité qu'ils en absorbent, ou, ce qui est la même chose, en raison inverse de la quantité qu'ils en réfléchissent.

## *Tableau général de la Colorisation.*

### PREMIÈRE CLASSE.

*Couleurs primaires.*

JAUNE.
ROUGE.
BLEU.

### SECONDE CLASSE.

*Couleurs binaires*

| *Parfaites.* | *Imparfaites.* |
|---|---|
| ORANGÉ. | Orangé. . . . + Jaune. |
| | Orangé. . . . + Rouge. |
| VERT. | Vert. . . . + Jaune. |
| | Vert. . . . + Bleu. |
| VIOLET. | Violet. . . . + Rouge. |
| | Violet. . . . + Bleu. |

### TROISIÈME CLASSE.

*Couleurs ternaires*

| *Parfaites.* | *Imparfaites.* |
|---|---|
| NOIR. Noir. . . . + | Jaune. . . . |
| Noir. . . . + | Rouge. . . . |
| Noir. . . . + | Bleu. . . . |
| Noir. . . . + | Orangé. . . . |
| Noir. . . . + | Vert. . . . |
| Noir. . . . + | Violet. . . . |
| Noir. . . . + | Orangé. . . . + Jaune. |
| Noir. . . . + | Orangé. . . . + Rouge. |
| Noir . . . + | Vert. . . . + Jaune. |
| Noir. . . . + | Vert. . . . + Bleu. |
| Noir. . . . + | Violet. . . . + Rouge. |
| Noir. . . . + | Violet. . . . + Bleu. |

## CONCLUSION.

Les couleurs, dans leurs combinaisons entre elles, sont assujéties à des lois constantes; et ces lois sont communes à toute la colorisation.

L'on peut décomposer par les mêmes agens les couleurs des divers ordres de phénomènes de la colorisation.

Il n'y a que trois couleurs élémentaires, qui sont le *jaune*, le *rouge* et le *bleu*.

On peut reconnaître à des signes certains, et que j'ai indiqués, le caractère élémentaire des couleurs.

Les couleurs ne sont point lumineuses par elles-mêmes; elles ne sont point les élémens de la lumière blanche, mais seulement des modifications de ce fluide.

Le spectre solaire ne contient que six espèces de couleurs bien distinctes, savoir : trois primaires, le *jaune*, le *rouge* et le *bleu*; et trois binaires, l'*orangé*, le *vert* et le *violet*.

Toutes les couleurs, en général, ne sont que des excédans de combinaisons ternaires

formées par les couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*.

Les combinaisons par trois sont le terme de toutes celles qu'on peut former avec les couleurs.

Dans la décomposition des couleurs à l'état d'équilibre, la lumière ne se décompose pas; elle en est seulement séparée et mise à nu, et peut alors se manifester seule.

Le spectre solaire contenant dans toute sa surface les mêmes espèces de couleurs que celles qu'il manifeste ostensiblement, les différens degrés de réfrangibilité qu'on avait assignés comme caractères à chacune d'elles, ne peuvent servir à en déterminer les espèces, mais seulement la situation relative des parties de la lumière dispersées par la réfraction.

Ces principes étant communs à toute la colorisation, ils s'appliquent nécessairement à tous les genres d'observations sur la lumière et les couleurs, et par conséquent aux arts dont elles sont les moyens.

---

S'il est utile à la pratique des arts de connaître les lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles les couleurs des di-

vers ordres de la colorisation, il ne l'est pas moins, sans doute, pour l'examen des phénomènes de l'optique en général, de reconnaître l'influence de ces lois dans les nombreuses modifications qu'elles peuvent faire subir à la lumière et aux couleurs qu'elle manifeste.

Lorsque les couleurs sont produites, rien n'indiquant la marche qu'elles ont suivie pour arriver aux résultats définitifs qu'elles présentent, on peut d'autant moins y soupçonner autre chose que ce qu'elles offrent, que leur production et leurs combinaisons paraissent avoir lieu simultanément; et alors, dans le silence de ces lois, on peut être exposé à des erreurs d'autant plus graves qu'elles seraient appuyées sur quelques faits particuliers.

Déjà plusieurs physiciens ont présenté comme des élémens *nouveaux* et *inconnus jusqu'à eux* des excédans de combinaisons ternaires produits par des couleurs dont ils n'avaient pas déterminé l'énergie: ils ignoraient, sans doute, qu'en variant seulement celle des couleurs qu'ils ont employées, ils pouvaient obtenir des résultats tout-à-fait opposés, puisque les trois couleurs *jaune*, *rouge* et

*bleue* peuvent, suivant leur action réciproque entre elles, donner en définitif tantôt le *rouge*, et tantôt l'*orangé*, le *jaune*, le *vert*, le *bleu* ou le *violet*, ainsi que toutes les variétés de nuances de ces couleurs; d'où l'on voit qu'on pourrait même déterminer à l'avance le nombre des systèmes particuliers qu'on se croirait autorisé d'admettre d'après le témoignage de quelques faits isolés, soit que l'on ne considère que trois élémens, soit qu'on en admette un plus grand nombre.

CH. BOURGEOIS.

NOTA. Ces expériences ont été faites en 1809 et 1810, et font partie d'un Mémoire sur la Colorisation, communiqué à M. le Comte Berthollet et à M. Malus, en novembre 1810.

---

En publiant ces expériences, j'ai cru faire une chose utile à ceux qui s'occupent des phénomènes de la lumière, attendu que la diversité des modifications qu'elle subit, et les différens états, souvent opposés, où elle se trouve alors, rendent absolument indispensable la connaissance des lois que suivent ces modi-

fications : connaissance sans laquelle on ne peut parvenir à déterminer ni le caractère et le nombre des couleurs élémentaires, ni leurs différens degrés de pureté, ni l'action qu'elles exercent entre elles, ni, enfin, les causes des résultats définitifs qu'elles présentent.

Il serait donc inutile de chercher ailleurs que dans l'action des couleurs entre elles, les moyens d'en expliquer les phénomènes; et puisque la lumière blanche elle-même, jusqu'au terme de son énergie particulière à l'égard des couleurs, en contient toujours, et à l'état latent, des quantités plus ou moins grandes, selon l'état de réfraction où se trouve la lumière, l'examen de l'action des couleurs entre elles, ainsi que celle qu'elles exercent sur la lumière blanche elle-même, s'étend alors à tous les phénomènes sans exception; d'où l'on voit que la loi des combinaisons des couleurs qui, au premier aspect, ne paraît être qu'un des cas particuliers des phénomènes de la lumière, devient cependant l'un des moyens les plus féconds, en même temps qu'il en est le plus simple, pour les expliquer tous.

J'aurais pu faire ici l'histoire des erreurs

sans nombre, auxquelles on serait exposé en suivant une autre marche ; mais cette nomenclature pouvant paraître une critique de quelque doctrine accréditée, et ne voulant d'ailleurs offenser personne, je me bornerai à inviter ceux qui cherchent, de bonne foi, la vérité pour elle-même, à répéter ces expériences, s'ils ne veulent pas, croyant expliquer la nature, être exposés à faire encore quelque nouveau roman sur les phénomènes des couleurs.

L'on va mettre incessamment sous presse l'ouvrage ayant pour titre : *Théorie de la Couleur dans la Peinture ;* dont la publication a été retardée par des additions importantes ; et je publierai dans une suite de plusieurs autres Mémoires, du même format que celui-ci, une série d'observations nouvelles faites sur différens ordres de phénomènes de la Lumière et des Couleurs, et qui se rattachent tous aux lois fondamentales établies dans ce Mémoire.

# TABLE
## DES ARTICLES
### CONTENUS
### DANS CE MÉMOIRE.


AVERTISSEMENT. *Page* 3

Objet de ce Mémoire. 5

Considérations préliminaires. 7

Table des différences entre le rapport des diamètres des ouvertures par lesquelles on introduit la Lumière, celui des images des faisceaux radieux, et la grandeur des spectres solaires qu'ils donnent. 9

§. I.

Des lois que suivent, dans leurs combinaisons entre elles, les Couleurs transmises. 10

Expérience I^re^. *ibid.*

Expérience II^e^. 13

Loi des combinaisons, par deux seulement, des trois Couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*. 20

Loi des combinaisons, par trois, des couleurs *jaune*, *rouge* et *bleue*. *ibid.*

§. II.

Des lois que suivent, dans leurs combinaisons entre elles, les Couleurs réfléchies par les corps dits naturellement colorés 21

Table des densités des Couleurs naturelles. 23

Table des densités des Couleurs naturelles rétablies à la densité moyenne de 39, 61. *ibid.*

Combinaisons ternaires artificielles, ayant pour terme de comparaison le noir d'ivoire. *Page* 25

Expérience III^e. / Expérience IV^e. / Expérience V^e. / Expérience VI^e. } Table IV. *ibid.*

Combinaison ternaire naturelle, servant de terme de comparaison aux combinaisons ternaires artificielles de la Table IV. 26

Expérience III^e. *bis.* / Expérience IV^e. *bis.* / Expérience V^e. *bis.* / Expérience VI^e. *bis.* } *ibid.*

Combinaisons ternaires imparfaites artificielles, ayant pour termes de comparaison le *bitume* et la terre de *Cassel.* 31

Expérience VII^e. / Expérience VIII^e. } Table VI. *ibid.*

Combinaisons ternaires naturelles imparfaites, servant de termes de comparaison aux combinaisons ternaires artificielles de la Table VI. *ibid.*

Expérience VII^e. *bis.* / Expérience VIII^e. *bis.* } Table VI. *ibid.*

Combinaisons binaires artificielles, ayant pour termes de comparaison le minium et le cinabre. 36

Expérience IX^e. / Expérience X^e. } Table VII. *ibid.*

Combinaisons binaires naturelles servant de termes de comparaison aux combinaisons binaires artificielles de la Table VII. *ibid.*

Expérience IX^e. *bis.* / Expérience X^e. *bis.* } Table VII. *ibid.*

§. III.

Des lois que suivent dans leurs combinaisons entre elles les Couleurs produites par la réfraction de la Lumière. 41

Expérience XI^e. *Page* 41
Expérience XII^e. 44
Expérience XIII^e. 51
Expérience XIV^e. 54
Expérience XV^e. 66
Tableau général de la Colorisation. 71
Conclusion. 72

FIN DE LA TABLE.

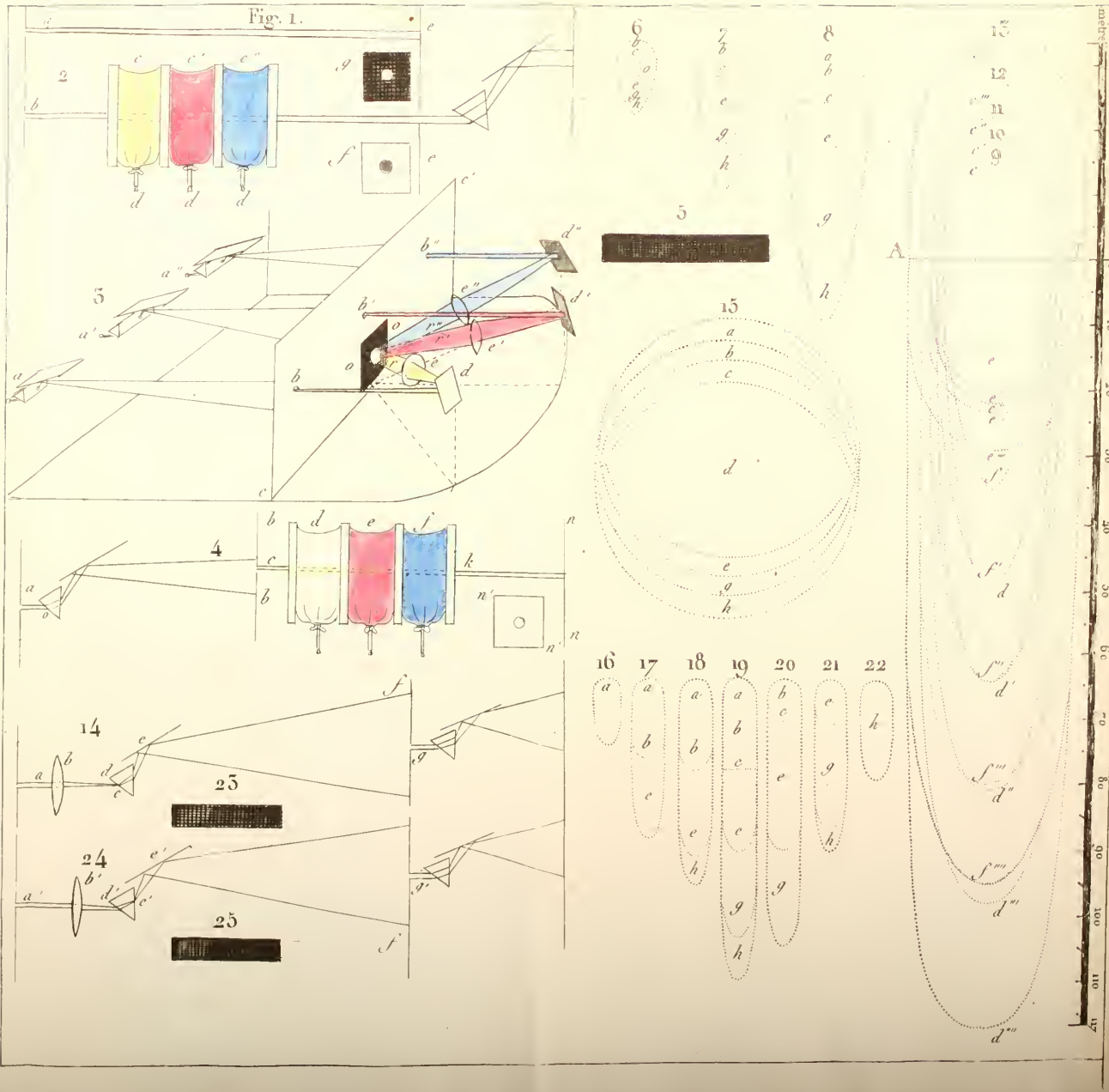
Fig. 1.
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
A
millimètres